

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)
VARIEDAD GREAT LAKES 659 CON LA APLICACIÓN DE
FOSFONATO DE CALCIO - PROVINCIA DE LAMAS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

LUIS ANTONIO ROJAS HIDALGO

TARAPOTO - PERÚ

2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



TESIS

**RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) VARIEDAD GREAT LAKES 659 CON LA
APLICACIÓN DE FOSFONATO DE CALCIO - PROVINCIA DE
LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
LUIS ANTONIO ROJAS HIDALGO**

**TARAPOTO – PERÚ
2015**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

TESIS

RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) VARIEDAD GREAT LAKES 659 CON LA APLICACIÓN DE FOSFONATO DE CALCIO - PROVINCIA DE LAMAS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
LUIS ANTONIO ROJAS HIDALGO**

Jurados de Tesis



Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramirez
Presidente



Ing. M.Sc. Javier Ormeño Luna
Secretario



Ing. M.Sc. Elias Torres Flores
Miembro



Lic. Luis Alberto Fernandez Sanjinez
Asesor

DEDICATORIA

**Dedico la presente tesis:
A Dios por mostrarme día a día que con humildad,
paciencia y sabiduría todo es posible.**

**A mi madre MARUJA y hermanos CESAR, ELIZABETH, LESLI Y SHARON quienes
con su amor,
apoyo y comprensión incondicional estuvieron siempre
a lo largo de mi vida estudiantil; a ellos que
siempre tuvieron una palabra de aliento en los
momentos difíciles y que han sido incentivos de
mi vida.**

**A mi enamorada ZOILA, más que una amiga y compañera, por ser alguien muy
especial en mi vida y por demostrarte que en todo momento cuento con su apoyo
incondicional.**

**Y a todos mis amigos que desinteresadamente me ayudaron a culminar mi carrera
profesional.**

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios quien me dio la vida y la ha llenado de bendiciones en todo este tiempo, a él que con su infinito amor me ha dado la sabiduría suficiente para culminar mi carrera universitaria.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento, reconocimiento y cariño a mi madre MARUJA por todo el esfuerzo que realizo para darme una profesión y hacer de mí una personas de bien, gracias por el sacrificio y la paciencia que demostraste en todos estos años; gracias a ti llegue en donde estoy.

Gracias a mis hermanos CESAR, ELIZABETH, LESLI Y SHARON por el apoyo moral brindado durante la realización de mi trabajo de investigación.

A mi enamorada ZOILA Y AMIGOS FRANCO, FERNANDO Y PEDRO que de una u otra forma me ayudaron a crecer como persona y como profesional.

Agradezco también de manera especial al Ing. JORGE L. PELAEZ RIVERA quién con sus conocimientos y apoyo supo guiar el desarrollo de la presente tesis desde el inicio hasta su culminación.

“Ahora puedo decir que todo lo que soy es gracias a todos ustedes”

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Origen Cultivo de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	4
3.2. Clasificación taxonómica	4
3.3. Morfología	4
3.4. Fenología del cultivo	5
3.5. Fertilización y deficiencias nutricionales	6
3.6. Enfermedades fungosas que atacan al cultivo de lechuga	7
3.7. Aplicación de riego	9
3.8. Variedades de lechugas	9
3.9. Contenido nutricional y principales usos	10
3.10. Requerimientos edafobioclimáticos	11
3.11. Requerimientos nutricionales del cultivo de lechuga	13
3.12. Bionova Group-Perú – Fosfonato de calcio (2012)	15
3.13. Investigaciones con Fosfonato y efectos de Ca/P	16
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	17
4.1. Materiales	17
4.1.1. Ubicación del campo experimental	17
4.1.2. Antecedentes del campo	17
4.1.3. Vías de acceso	18
4.1.4. Características edafoclimáticas	18

4.1.5.	Componentes a estudiarse	19
4.2.	Metodología	20
4.2.1.	Diseño experimental	20
4.2.2.	Características del experimento	20
4.2.3.	Tratamientos en estudio	21
4.3.	Actividades desarrolladas	21
4.4.	Indicadores	23
V.	RESULTADOS	25
5.1.	Altura de planta	25
5.2.	Número de hojas por planta	26
5.3.	Diámetro del cuello de la planta	27
5.4.	Peso de la planta	28
5.5.	Rendimiento	29
5.6.	Análisis económico	30
VI.	DISCUSIONES	31
6.1.	De la altura de planta	31
6.2.	Del número de hojas por planta	32
6.3.	Del diámetro del cuello de la planta	34
6.4.	Del peso de la planta	35
6.5.	Del rendimiento	37
6.6.	Del análisis económico	40

VII.	CONCLUSIONES	41
VIII.	RECOMENDACIONES	42
IX.	BIBLIOGRAFÍA	43
	RESUMEN	
	SUMMARY	
	ANEXOS	

I. INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), es una de las más importantes del grupo de las hortalizas de hoja, y se consume crudas en ensaladas, debido a su bajo costo, además de su importante contenido en minerales y vitaminas y bajo en calorías. A nivel mundial, la producción, comercialización y consumo del cultivo de lechuga son cada día mayor y constituyen un soporte muy significativo en la economía agrícola del productor y para el mejoramiento de la salud de los consumidores según Aranceta y Pérez (2006).

Las prácticas agrícolas importantes es el manejo de la fertilización de los cultivo, teniendo en cuenta el uso adecuado de los macro y micro nutrientes presentes en el suelo y requerido por los cultivos, todo esto debe necesariamente acompañado con una buena dotación de materia orgánica para dar aporte nutricional y dinamismo en el suelo a los microorganismos. Con esta buena práctica estaremos presentando un producto de calidad al mercado.

Su origen no está claro. Algunos autores afirman que procede de la India, mientras que otros la sitúan en las regiones templadas de Eurasia y Norteamérica, a partir de la especie *Lactuca serriola*. Su cultivo comenzó hace 2500 años, era una verdura conocida por los egipcios, persas, griegos y romanos. En la Edad Media su consumo descendió, pero volvió a adquirir importancia en el Renacimiento. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, mientras que las variedades acogolladas no se conocieron en Europa hasta el siglo XVI. Dos siglos más tarde se obtuvieron numerosas variedades, debidas principalmente a

horticultores alemanes. En la actualidad la lechuga es una verdura que se cultiva al aire libre en las zonas templadas en todo el mundo y también en invernaderos (Aranceta y Pérez, 2006).

En el Departamento de San Martín, específicamente en la Provincia de Lamas, desde hace buen tiempo se viene fomentando el cultivo de la lechuga con la variedad Great Lakes 659, el mismo que en la actualidad presenta limitaciones con relación al manejo de cultivo, implicancia y constancia de la variabilidad del clima, cuyos valores de la temperatura media, precipitación total mensual y humedad relativa exceden a los rangos máximos y mínimos, los mismos que estimulan la aparición de plagas y enfermedades, floración prematura, conjuntamente a la formación de látex en los tejidos vasculares, lo cual afecta la calidad del producto cosechado, así como en su comercialización.

El efecto de los problemas descritos está acarreado problemas en la fisiología de la variedad Great Lakes 659 y por ende en el rendimiento del cultivo. Es posible que una de las causas sea el mal manejo de fertilización. Ante esta problemática hace necesario evaluar la aplicación de cuatro dosis de fosfonato de calcio, para mejorar el rendimiento del cultivo.

II. OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar el efecto de fosfonato de calcio, en el desarrollo vegetativo del cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad **"Great Lakes 659"** en la provincia de Lamas.

2.2. Específicos

- Determinar las dosis óptima de fosfonato de calcio en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad **"Great Lakes 659"** en la provincia de Lamas.

- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Origen Cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.)

El origen de la lechuga no parece estar muy claro, algunos autores afirman que procede de la India. El cultivo de la lechuga se remonta a una antigüedad de 2.500 años, siendo conocida por griegos y romanos. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, aunque las acogolladas eran conocidas en Europa en el siglo XVI (Aranceta y Pérez, 2006).

3.2. Clasificación taxonómica

Dirección de Agricultura (2002), presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	: Vegetal
Clase	: Angiosperma
Subclase	: Dycotiledoneae
Orden	: Campanulales
Familia	: Compositae
Género	: <i>Lactuca</i>
Especie	: <i>sativa</i> L.
N. científico	: <i>Lactuca sativa</i> L.

3.3. Morfología

Biblioteca de la Agricultura (2002), menciona que es una planta bianual, con hojas más o menos redondas y semillas provistas de vilano plumoso.

Su capacidad de germinación es de 4 – 5 años. Infoagro (2000), describe que la lechuga tiene:

- ❖ **Raíz:** Que no llega nunca a sobrepasar los 25 cm de profundidad.
- ❖ **Hojas:** Están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado.
- ❖ **Tallo:** Es cilíndrico y ramificado, es comprimido y en este se ubican las hojas muy próximas entre sí, generando el hábito de roseta típico de la familia.
- ❖ **Inflorescencia:** Son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos.
- ❖ **Semillas:** Están provistas de un vilano plumoso.

3.4. Fenología del cultivo

Solórzano (1992), menciona que el cultivo de la lechuga en nuestra región bajo el sistema de trasplante y siembra directa presenta la siguiente fenología:

Emergencia	:	6 días en siembra directa
Trasplante	:	25 a 30 días después del almácigo
Cosecha	:	60 a 80 días después del transplante
		45 a 70 días en siembra directa
Producción de semillas	:	120 días.

3.5. Fertilización y deficiencias nutricionales

Solórzano (1992), dice que el 60 – 65 % de todos los nutrientes son absorbidos en el periodo de formación del cogollo y éstas se debe de suspender al menos una semana antes de la recolección.

El aporte de estiércol en el cultivo de lechuga se realiza a razón de 3 kg/ m², cuando se trata de un cultivo principal desarrollado de forma independiente de otros. No obstante, cuando se cultiva en invernadero, puede no ser necesaria la estercoladura, si ya se aportó estiércol en los cultivos anteriores.

La lechuga es una planta exigente en abono potásico, debiendo cuidar los aportes de este elemento, especialmente en épocas de bajas temperaturas; y al consumir más potasio va a absorber más magnesio; por lo que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de equilibrar esta posible carencia.

Sin embargo, hay que evitar los excesos de abonado, especialmente el nitrogenado, con el objeto de prevenir posibles fototoxicidades por exceso de sales y conseguir una buena calidad de hoja y una adecuada formación de cogollos. También se trata de un cultivo bastante exigente en molibdeno durante las primeras fases de desarrollo, por lo que resulta conveniente la aplicación de este elemento vía foliar, tanto de forma preventiva como para la corrección de posibles carencias.

3.6 Enfermedades fungosas que atacan al cultivo de lechuga

Rogg, H. (2001), reporta las siguientes enfermedades fungosas de importancia económica en el cultivo de lechuga.

❖ **Antracnosis (*Marssonina panattoniana*)**

Los daños se inician con lesiones de tamaño de punta de alfiler, éstas aumentan de tamaño hasta formar manchas angulosas-circulares, de color rojo oscuro, que llegan a tener un diámetro de hasta 4 cm.

❖ **Botritis (*Botrytis cinerea*)**

Los síntomas comienzan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que se toman amarillas, y seguidamente se cubren de moho gris que genera enorme cantidad de esporas. Si la humedad relativa aumenta las plantas quedan cubiertas por un micelio blanco; pero si el ambiente está seco se produce una putrefacción de color pardo o negro.

❖ **Mildiu velloso (*Bremia lactucae*)**

En el haz de las hojas aparecen unas manchas de un centímetro de diámetro, y en el envés aparece un micelio velloso; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo. Los ataques más importantes de esta plaga se suelen dar en otoño y primavera, que es cuando suelen presentarse periodos de humedad prolongada, además las conidias del hongo son transportadas por el viento dando lugar a nuevas infecciones.

❖ **Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*)**

Se trata de una enfermedad principalmente de suelo, por tanto las tierras nuevas están exentas de este parásito o con infecciones muy leves.

La infección se empieza a desarrollar sobre los tejidos cercanos al suelo, pues la zona del cuello de la planta es donde se inician y permanecen los ataques. Sobre la planta produce un marchitamiento lento en las hojas, iniciándose en las más viejas, y continúa hasta que toda la planta queda afectada. En el tallo aparece un micelio algodonoso que se extiende hacia arriba en el tallo principal.

La causa la muerte de las plántulas por estrangulamiento en la base del tallo, originada por lesiones de cualquiera de los 3 tipos de hongos que viven en el suelo (*Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium*). Su aparición está condicionada por una excesiva humedad ambiental, provocada por el clima, mal manejo del riego, suelos con poco drenaje o siembras demasiado densas.

La traqueopitiosis es una enfermedad vascular de la lechuga (*Lactuca sativa* L), causada por el hongo *Pythium tracheiphilum*, los síntomas consisten en necrosis en la zona del cuello y del tallo que se extiende a las hojas interiores produciendo el oscurecimiento de los vasos en la zona del cuello y la muerte de la planta; la mezcla de metalaxil y mancozeb es eficaz para su control.

- ❖ ***Fusarium oxysporum f. sp. lactucae***, produce el marchitamiento de las plantas de lechuga, el hongo invade las plantas por las raíces, crece en el xilema de plantas, se transporta por el agua y los nutrientes de las raíces al follaje el xilema se obstruye, la planta se marchita y muere. Las plantas más viejas pueden sobrevivir, pero a menudo con retraso en el crecimiento, las plantas infectadas suelen mostrar decoloración rojiza en la corteza del tallo principal.

3.7 Aplicación de riego

Dirección de Agricultura (2002), menciona que existen otras maneras de regar la lechuga como el riego por gravedad y el riego por aspersión, pero cada vez están más en recesión, aunque el riego por surcos permite incrementar el nitrógeno en un 20 %.

Junta de Usuarios de Riego (2008), mencionan que la aplicación de agua en la Región San Martín para el cultivo de hortalizas es de 4000 m³/ha/campaña.

3.8 Variedades de lechugas

Las variedades de lechuga se pueden clasificar en los siguientes grupos botánicos (Angulo, 2008):

- ❖ **Parris Island Cos (Romana)**. Destaca especialmente por sus hojas crujientes y de sabor dulce, con una atractiva cabeza uniforme y grande y con un altura de 10 pulgadas, presenta hojas de color verde profundo exterior que protege el corazón de color blanco cremoso.

El tipo de hoja es lisa, verde amarillenta. La madurez fisiológica se produce a los 70 – 75 días.

- ❖ **White Boston.** Tiene un porte de pequeño a mediano y las hojas son de un color verde mantecosa. La cosecha se realiza a los 70 – 80 días.
- ❖ **Alface veneranda (Orgánica).** Sus hojas son de un color verde claro, tolerante a la pudrición y temperaturas elevadas. La cosecha se produce a los 60 – 65 días.
- ❖ **Grand Rapid.** De porte grande, no forma cogollo con hojas sueltas, tipo de planta recostada arrugada, la forma de la hoja es crespada, de un color verde claro. La cosecha se produce a los 70 – 80 días.
- ❖ **Great Lakes 659.** De tamaño mediano y cobertura foliar externa compacta, es tolerante a quemaduras de punta con hojas atractivas y borde ligeramente rizados. La cosecha se produce a los 75 – 85 días dependiendo de las condiciones de crecimiento. Buen comportamiento de templado a templado cálido.

3.9 Contenido nutricional y principales usos

Infoagro (2009), manifiesta que esta hortaliza se caracteriza por ser rica en calcio y fibra. Se utiliza en frescos, en ensaladas y como acompañante en diferentes platos de la cocina. Industrialmente se usa para la fabricación de cremas cosméticas. El aporte de calorías de esta hortaliza es muy bajo, mientras que en vitamina C es muy rica, teniendo las hojas exteriores más calidad de la misma frente a las interiores, también resulta una fuente importante de vitamina K, con lo que protege a la osteoporosis.

Otras vitaminas que destacan en la lechuga son la A, E y ácido fólico. Está compuesta en un 94 % de agua y aporta mucho potasio y fósforo.

La lechuga es una hortaliza pobre en calorías, aunque las hojas exteriores son más ricas en vitamina C, que las interiores.

Cuadro 1: Valor nutricional de la lechuga

Valor nutricional de la lechuga en 100 g de sustancia	
Carbohidratos (g)	20.1
Proteínas (g)	8.4
Grasas (g)	1.3
Calcio (g)	0.4
Fósforo (mg)	138.9
Vitamina C (mg)	125.7
Hierro (mg)	7.5
Niacina (mg)	1.3
Riboflavina (mg)	0.6
Tiamina (mg)	0.3
Vitamina A (U.I)	1155
Calorías (cal)	18

Fuente: FAO

3.10 Requerimientos edafobioclimáticos

- ❖ **Temperatura.** La temperatura óptima de germinación oscila entre 18 - 20 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14 - 18 °C por el día y 5 - 8 °C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12 °C por el día y 3 – 5 °C por la noche. Este cultivo soporta peor las

temperaturas elevadas que las bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima temperaturas de hasta – 6 °C. Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia (Angulo, 2008).

- ❖ **Altitud.** Desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm. No cultivar en zonas con problemas de heladas (Angulo, 2008).
- ❖ **Humedad relativa.** El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía, aunque éste sea muy breve. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 82 al 83%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60%. Los problemas que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan (Angulo, 2008).
- ❖ **Suelo.** Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En los suelos humíferos, la lechuga vegeta bien, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar. Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello. En cultivos de primavera, se recomiendan los suelos arenosos, pues se calientan más rápidamente y permiten cosechas más tempranas. En cultivos de otoño, se recomiendan los

suelos francos, ya que se enfrían más despacio que los suelos arenosos. En cultivos de verano, es preferible los suelos ricos en materia orgánica, pues hay un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y el crecimiento de las plantas es más rápido (Angulo, 2008; Infoagro, 2009).

3.11 Requerimientos nutricionales del cultivo de lechuga

Marschner (2002), menciona que previo a la siembra es importante el abonado o enmienda orgánica, con lo que se consigue mantener el suelo mullido, fundamentalmente para aquellos más pesados. Se puede utilizar estiércol de bovinos, de equinos, o de aves que contengan cáscara de arroz (cama de pollo parrillero). Para utilizarlos deben estar bien descompuestos y colocarlos, si es posible, en el cultivo precedente, o por lo menos con un mes de anticipación. Se recomiendan dosis de 12 a 15 toneladas por ha., en los casos que no se haya utilizado nunca de 4 a 5 toneladas cuando el suelo no ha recibido abonos anteriormente.

Los requerimientos de los principales nutrientes para una cosecha superior a los 21.000 kg.ha⁻¹ de M.V, son los siguientes:

- 80 a 100 kg.ha⁻¹ de nitrógeno
- 35 kg.ha⁻¹ de fósforo como P₂O₅
- 150 a 200 kg.ha⁻¹ de potasio como K₂O
- 40 kg.ha⁻¹ de calcio como O Ca.
- 10 kg.ha⁻¹ de magnesio como MgO.

La deficiencia de nutrientes afecta notoriamente el desarrollo de la planta, limita el rendimiento, deprime la calidad comercial y su capacidad para resistir el transporte.

Por otro lado, un exceso de nitrógeno hace que tienda a florecer con más facilidad y que tenga menor tolerancia al traslado hacia los centros de comercialización.

El potasio es el elemento que la planta extrae en mayor proporción, debiéndose cuidar el aporte del mismo, especialmente en épocas de bajas temperaturas. Su absorción se encuentra relacionada con el nivel de magnesio y calcio, ya que un exceso de aquel, reduce la absorción de éstos últimos.

También existe una alteración de origen fisiológico llamada "quemadura del borde de las hojas", que está relacionada con el metabolismo del calcio. Esto no significa una deficiencia del elemento en el suelo, sino que es causada por una transpiración excesiva, cuando se combinan en el ambiente temperaturas elevadas y baja humedad relativa, acompañada de fluctuaciones en el suministro de agua al suelo.

Algunas recomendaciones para reducir estos inconvenientes son evitar la falta de calcio en el suelo, mantener constante la provisión de agua (regar a la tarde o a la noche), evitar el exceso de fertilizantes con amonio y potasio y pulverizar las hojas con soluciones de calcio. En verano se recomiendan

como mínimo dos aplicaciones, en especial desde el estado de roseta del cultivo, dependiendo de la rigurosidad del clima; a mayor temperatura ambiente, mayor cuidado se deberá tener con la provisión del calcio.

3.12 Bionova Group - Perú (2012)

A través de su producto comercial Saeta menciona que es un fosfonato foliar a base de fósforo y calcio que contiene doble acción como fertilizante (aporta fósforo y calcio asimilable) y como fungistático (previene ataque de enfermedades del grupo Oomycetos como Phythoptora, Pytium, Peronospora, Alternaria, etc.)

Además de ser una fuente de los nutrientes antes mencionados, proporciona un efecto fitotónico sobre las plantas tratadas por la presencia de fosforo en forma de ion fosfito. Saeta estimula la producción de fitoalexinas, que fortalecen y estimulan los mecanismos de defensa de la planta, especialmente en el tronco, cuello y raíz.

Con el fin de contrarrestar el exceso de nitrógeno, Saeta produce un efecto importante al intensificar el desarrollo radicular y estimular la entrada en producción. Importante es también su aplicación para dar consistencia a los cultivos en su fase de maduración. A pesar de que calcio y fosforo son elementos nutricionales normalmente incompatibles entre sí, cuando se formula como Saeta, en forma de fosfonato de calcio, proporciona fosforo y calcio solubles y compatibles. Adicionalmente protegen sus cultivos al incrementar la concentración de fitoalexinas.

❖ **Contenido:**

Ingredientes activos.

Anhídrido fosfórico (P_2O_5).....	40 %
Oxido de calcio.....	41 %
Ingredientes inertes.....	19 %

❖ **Beneficios:**

Tiene doble acción: fertilizante y fungistático.

Es altamente soluble: por lo que se desplaza rápidamente por la planta, lo que explica su efecto inmediato.

Tiene doble sistema: acopetala y simpeta.

3.13 Investigaciones con Fosfonato y efectos de Ca/P

Vinueza y Calvache (2004). Concluye en su trabajo del cultivo de papa que:

- A. Las máximas cantidades de Fósforo, Potasio y Calcio acumulado en los tubérculos fue en el tratamiento f_2d_2 (fosfonato de calcio, dosis 2.0 g / l) con 261.79 mg P / pl; 2263.69 mg K / pl y 307.99 mg Ca / pl.
- B. La mejor eficiencia de utilización del fertilizante foliar fue: para el Fósforo en el tratamiento f_2d_1 (fosfonato de calcio, dosis 1.5 g / l) con 28.32 %; para el Potasio en el tratamiento f_1d_1 (fosfonato de potasio, dosis 1.5 cc / l) con 65.39 %; mientras que para el Calcio en el tratamiento f_2d_1 (fosfonato de calcio, dosis 1,5 g / l) con 89,08 %.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. Materiales

4.1.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el Fundo Hortícola "El Pacífico", de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, en el Distrito y provincia de Lamas.

a. Ubicación geográfica:

Latitud Sur	: 06°20'15"
Longitud Oeste	: 76°30'45"
Altitud	: 835 m.s.n.m.m.

b. Ubicación política:

Fundo	: Pacífico
Provincia	: Lamas
Distrito	: Lamas
Región	: San Martín

4.1.2 Antecedentes del campo

En el Fundo Hortícola "El Pacífico", se vienen cultivando hortalizas de gran potencial comercial y cuenta con una extensión de dos hectáreas desde hace veinticuatro años.

4.1.3 Vías de acceso

La principal vía de acceso al campo experimental es la carretera Fernando Belaunde Terry a la altura del Km. 12, con un desvío al margen derecho a 9.5 Km. De la ciudad de Tarapoto.

4.1.4 Características edafoclimáticas

a. Características climáticas

Holdridge (1970), indica que el área experimental se encuentra en la zona de vida caracterizada por el Bosque Seco Tropical (bs-T), con una temperatura media anual de 22 °C, una precipitación total anual de 1,200 mm. Y una humedad relativa del 80 %. También se obtuvieron datos climáticos del SENAMHI de los meses que se realizó el proyecto de tesis.

Cuadro 2: Datos meteorológicos, según SENAMHI (2013)

Temperatura	Temperatura media mensual (°c)	Precipitación total mensual (mm)	Humedad relativa (%)
Julio	23,7	50	82,3
Agosto	23,2	120,5	84
Setiembre	24,3	68,8	85

Fuente: SENAMHI (2013)

b. Características edáficas

Se realizó toma de muestras de suelo para ser analizadas. El muestreo se realizó en forma de zigzag en el terreno, extrayendo muestras con una palana, se llevó al laboratorio y se hizo el análisis correspondiente del suelo.

Cuadro 3: Análisis físico químico del suelo

DETERMINACIONES		Dato	INTERPRETACIÓN
Ph		6.48	Ligeramente Ácido
M.O (%)		1.33	Bajo
C.E. (µS)		156	
Análisis Físico de la muestra	(%) Arena	56.0	
	(%) Limo	32.0	
	(%) Arcilla	12.0	
	Clase Textural	Franco Arcillo Arenoso	
Elementos mayores disponibles	N (%)	0.067	Bajo
	P (ppm)	120.0	Alto
	K (ppm)	375.52	Alto
Análisis Químico de Cationes Cambiables	Ca ⁺⁺ (meq/100 g)	0.48	Bajo
	Mg ⁺⁺ (meq/100 g)	0.15	Bajo
	K ⁺ (meq/100 g)	0.96	Bajo
	Na ⁺ (meq/100 g)	0.25	Bajo
C.I.C. (meq/100 g)		13.63	Bajo

Fuente: Laboratorio de suelos – UNSM – T (2013)

4.1.5 Componentes a estudiarse

a. Semilla vegetativa

En el presente trabajo de investigación se utilizó semilla de lechuga Great Lakes 659.

4.2 Metodología

4.2.1 Diseño experimental

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

Los componentes en estudio fue la variedad de lechuga Great Lakes 659, con cuatro dosis de fosfonato de calcio.

4.2.2 Características del experimento

Cultivo: Lechuga variedad Great Lakes 659.

Bloques

Número de bloques : 04

Tratamientos

Tratamientos por bloque : 05

Total de Tratamientos del experimento : 20

Largo de los Tratamientos : 4,25 m.

Ancho de los Tratamientos : 1,20 m.

Área de cada Tratamiento : 5,10 m²

Unidad Experimental

Número de Tratamientos : 20

Área total de Tratamientos : 5.10 m²

Área total : 177, 025 m²

4.2.3 Tratamientos en estudio

Los tratamientos estudiados fueron cuatro dosis de fosfonato de calcio, con cuatro repeticiones con un total de 20 unidades experimentales, la ejecución del experimento se llevó a cabo entre los meses de agosto del 2013 hasta setiembre del 2013.

Utilizando para dicho experimento semillas de lechuga variedad Great Lakes

Cuadro 4: Tratamientos estudiados

Tratamientos	Dosis de aplicación/ha
T ₀	Sin aplicación
T ₁	0,25 Kg.ha ⁻¹ fosfonato de calcio
T ₂	0,50 Kg.ha ⁻¹ fosfonato de calcio
T ₃	0,75 Kg.ha ⁻¹ fosfonato de calcio
T ₄	1,00 Kg.ha ⁻¹ fosfonato de calcio

4.3 Actividades desarrolladas

a) **Preparación del terreno.** Inicialmente se realizó el desmalezado, procediendo a eliminar las malezas y rastrojos del suelo con la ayuda de un machete y una palana, luego se procedió a remover el suelo con el motocultor.

- b) Demarcación del terreno.** Se procedió a delimitar el campo, luego se realizó la división en cuatro bloques con sus cinco respectivos tratamientos como se encuentra en croquis de campo experimental.
- c) Siembra.** Se procedió a la siembra de forma directa en terreno definitivo. A un distanciamiento entre filas de 0,20 m y, 0,20 m entre plantas, colocando aproximadamente 5 semillas por golpe, para luego a los 15 días realizar el desahijé dejando una planta por golpe.
- d) Aplicación de fosfonato de calcio.** Se realizó tres aplicaciones foliares, la primera fue 15 días después de la siembra, y las dos últimas aplicaciones se realizó con una frecuencia de 8 días, esto se realizó con el uso de un aspersor costal en horas de la tarde, y en dosis ya determinadas de 0,25; 0,50; 0,75; 1.kg.ha⁻¹ de fosfonato de calcio.
- e) Riegos.** Se utilizó el riego por aspersión para una mejor humedad del suelo, y cuando las condiciones ambientales lo ameritaba.
- f) Control de malezas.** La eliminación de malezas se hizo en forma manual de acuerdo a la incidencia.
- g) Cosecha.** La cosecha se realizó a los 50-60 días aproximadamente después de la siembra cuando alcanzaron su madurez óptima del mercado.

- h) Evaluaciones.** Las evaluaciones se realizaron en el momento de la cosecha de acuerdo a los parámetros establecidos para el experimento.

4.4 Variables evaluadas

a. Diámetro de cuello (cm)

Se evaluó al momento de la cosecha, tomando al azar las 10 plantas seleccionadas por tratamiento, la medida se tomó de la parte media del cuello, con la ayuda de un vernier.

b. Longitud de planta (cm)

Se efectuó tomando al azar las 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento, la medición se realizó empleando una regla graduada, y se tomó desde la base de la cabeza de la lechuga hasta la parte terminal.

c. Numero de hojas

Se contó el número de hojas de las 10 plantas seleccionadas al azar, de cada tratamiento al momento de la cosecha.

d. Peso de planta (g)

Se pesaron las 10 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento, para lo cual se empleó una balanza de precisión.

e. Rendimiento en la producción en $t \cdot ha^{-1}$

Se pesaron las 10 plantas tomadas al azar por cada tratamiento, se usó una balanza de precisión, el resultado se convirtió a $t \cdot ha^{-1}$.

f. Análisis económico

Teniendo en cuenta el número de plantas cosechadas por hectárea se realizará el análisis económico a través de la relación beneficio costo.

$$\text{Beneficio /Costo} = \frac{\text{Beneficio bruto}}{\text{Costo de producción}} \times 100$$

V. RESULTADOS

5.1. Altura de planta

Cuadro 5: Análisis de varianza para la altura de planta (cm)

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	14,001	3	4,667	0,895	0,472 N.S.
Tratamientos	65,660	4	16,415	3,147	0,055 N.S.
Error experimental	62,596	12	5,216		
Total	142,257	19			

$R^2 = 56,0\%$

C.V. = 9,75%

Promedio = 23,43

N.S. no significativo

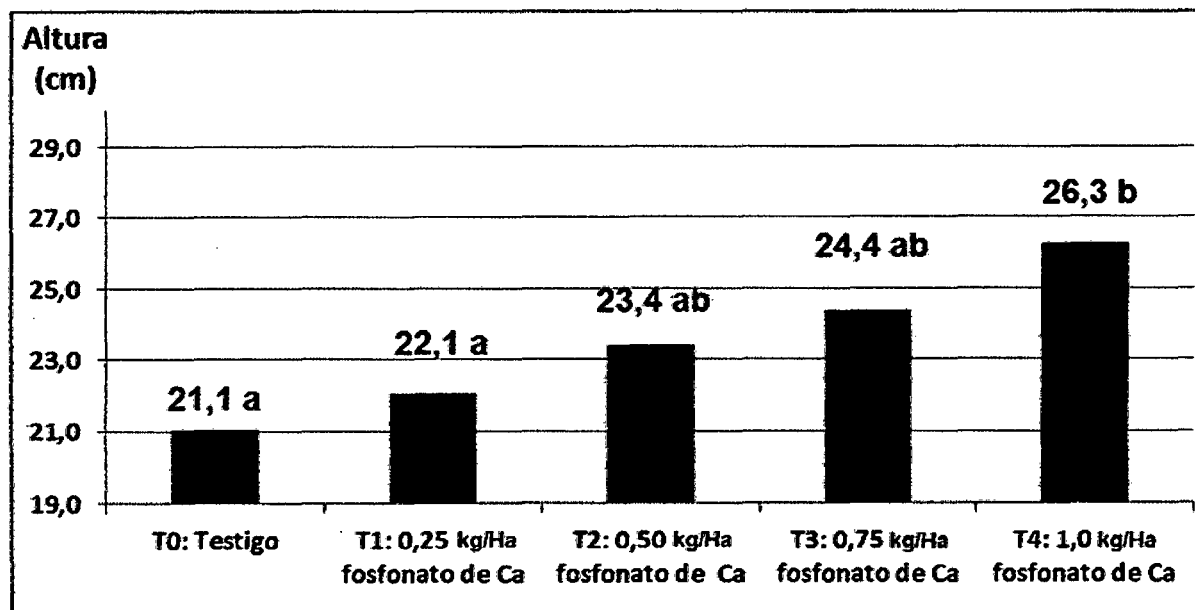


Grafico 1: Prueba de Duncan ($P>0,05$) para los promedios de tratamientos respecto a la altura de planta

5.2. Número de hojas por planta

Cuadro 6: Análisis de varianza para el número de hojas por planta (datos transformados por \sqrt{x})

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,002	3	0,001	1,199	0,352 N.S.
Tratamientos	4,362	4	1,090	1799,889	0,000 **
Error experimental	0,007	12	0,001		
Total	4,371	19			

$R^2 = 99,8\%$

C.V. = 0,9%

Promedio = 3,48

N.S. no significativo

**Altamente significativo ($P < 0,01$)

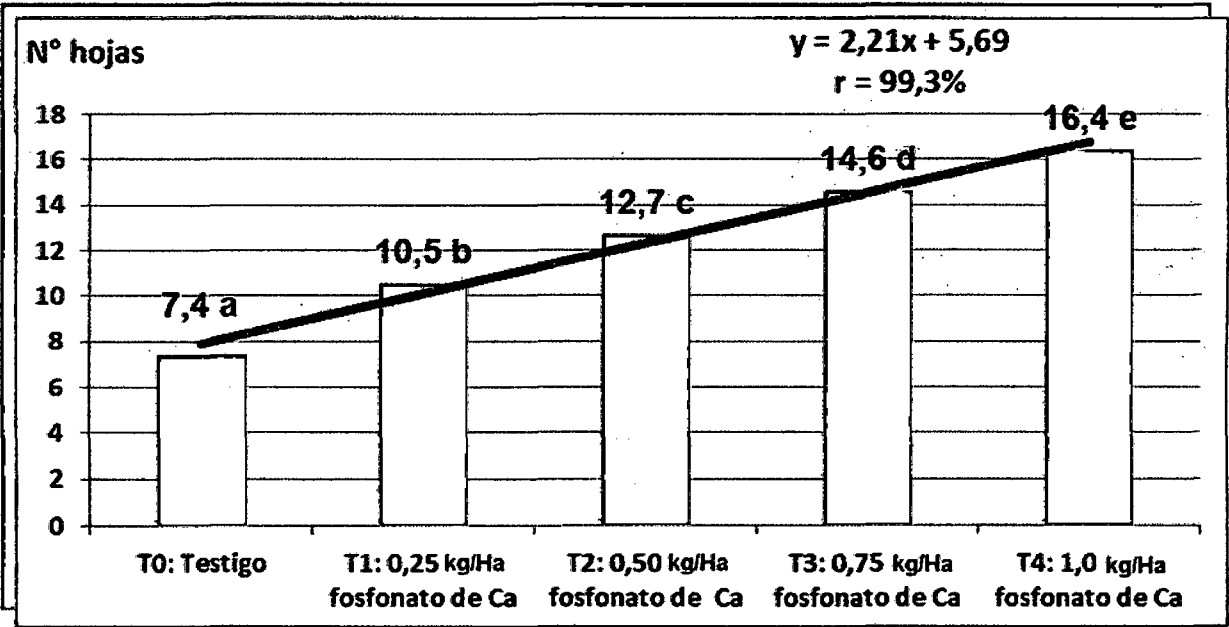


Grafico 2: Prueba de Duncan ($P > 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto al número de hojas por planta

5.3. Diámetro del cuello de la planta

Cuadro 7: Análisis de varianza para el diámetro del cuello de la planta (cm)

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,002	3	0,001	1,297	0,320 N.S.
Tratamientos	0,216	4	0,054	85,771	0,000 **
Error experimental	0,008	12	0,001		
Total	0,226	19			

$R^2 = 96,7\%$

C.V. = 2,65%

Promedio = 1,19

N.S. no significativo

**Altamente significativo ($P < 0,01$)

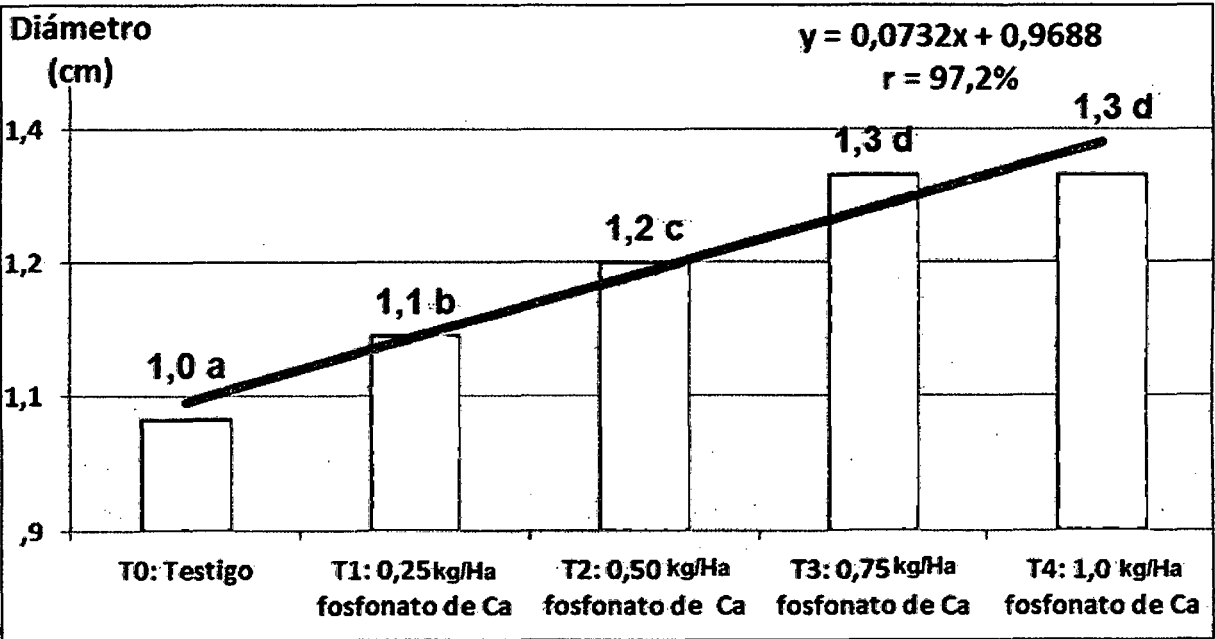


Grafico 3: Prueba de Duncan ($P > 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto al diámetro del cuello de la planta

5.4. Peso de la planta

Cuadro 8: Análisis de varianza para el peso de la planta (g)

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	0,569	3	0,190	0,321	0,810 N.S.
Tratamientos	31561,077	4	7892,769	13332,380	0,000 **
Error experimental	7,103	12	0,592		
Total	31568,750	19			

$R^2 = 99,9\%$

C.V. = 0,64%

Promedio = 120,91

N.S. no significativo

**Altamente significativo ($P < 0,01$)

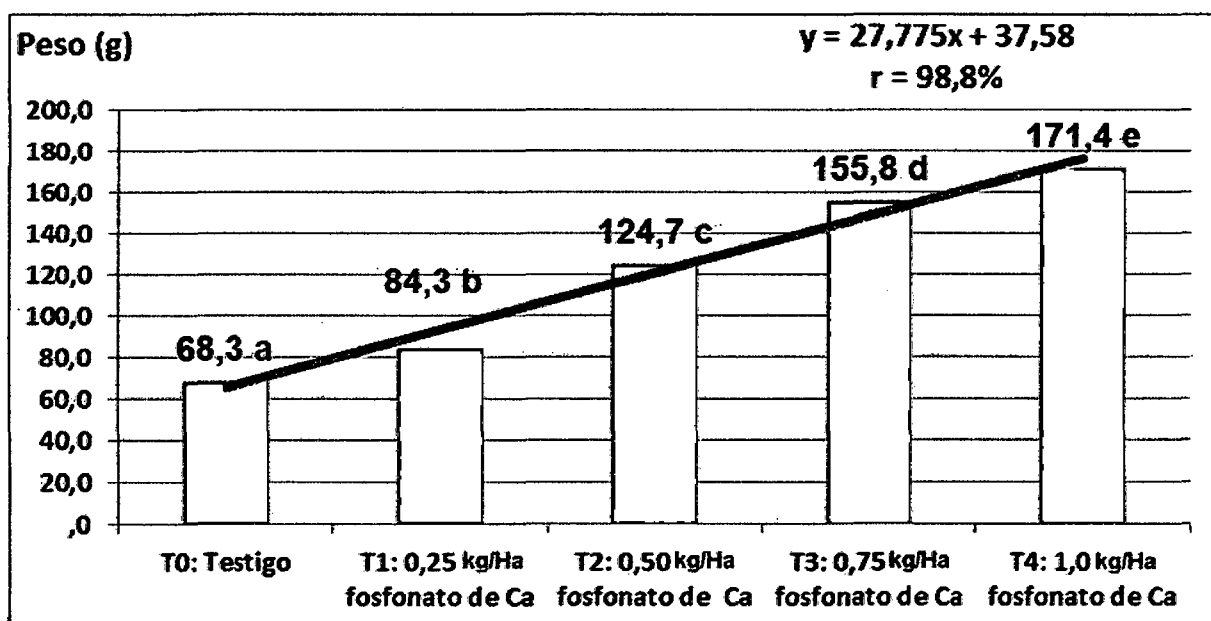


Grafico 4: Prueba de Duncan ($P > 0,05$) para los promedios de tratamientos respecto al peso de la planta

5.5. Rendimiento

Cuadro 9: Análisis de varianza para el rendimiento en kg.ha⁻¹

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F.C.	Sig. Del P-valor
Bloques	35593,750	3	11864,583	0,321	0,810 N.S.
Tratamientos	1,9739	4	4,9338	13334,257	0,000 **
Error experimental	44393,500	12	3699,458		
Total	79989.224	19			

R² = 44,5%

C.V. = 0,20%

Promedio = 30226,25

N.S. no significativo

**Altamente significativo (P<0,01)

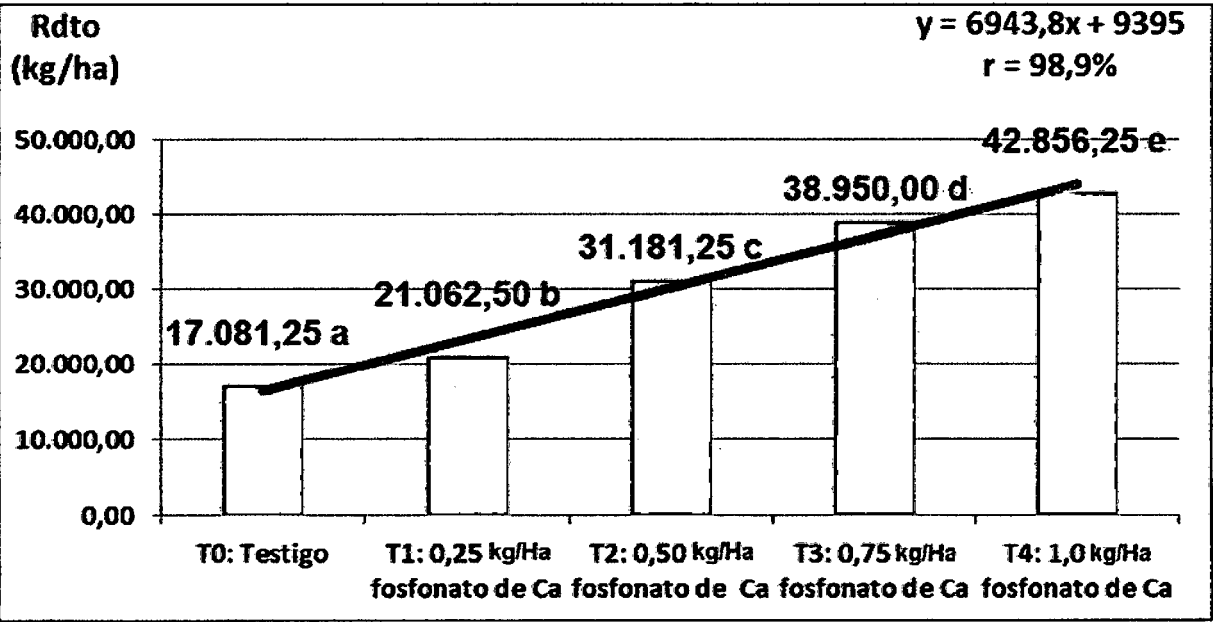


Grafico 5: Prueba de Duncan (P>0,05) para los promedios de tratamientos respecto al rendimiento en kg.ha⁻¹

5.6. Análisis económico

Cuadro 10: Análisis económico de tratamientos

Trats	Rdto (kg.ha⁻¹)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x kg (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C
T0 (Testigo)	17 081,25	12 947.96	0,60	10 248,00	2 699,96	0,79
T1 (0,25 kg.ha⁻¹)	21 026,50	12 965.84	0,80	16 821,20	3 855,36	1.30
T2 (0,5 kg.ha⁻¹)	31 181,25	12 983.71	0,80	24 945,00	11 961,29	1.92
T3 (0,75 kg.ha⁻¹)	38 950,00	13 001.59	0,80	31 160,00	18 158,41	2.40
T4 (1 kg.ha⁻¹)	42 856,25	13 019.46	0,80	34 285,00	21 265,54	2.63

VI. DISCUSIONES

6.1. De la altura de planta

El análisis de varianza (cuadro 5) no ha detectado diferencias significativas entre tratamientos y los tratamientos estudiados explican muy poco ($R^2 = 56,0\%$) sus efectos sobre la altura de planta expresada en centímetros. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con un valor de 9,75% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo definitivo (Calzada, 1982).

La prueba múltiple de Duncan ($P>0,05$) para los promedios ordenados de menor a mayor (gráfico 1) contrariamente al análisis de varianza (cuadro 3) si detectó diferencias significativas entre tratamientos. Se puede observar que el tratamiento T4 (1 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Ca) obtuvo el promedio más alto con 26,3 cm de altura de planta siendo estadísticamente igual a los tratamientos T3 (0,75 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Ca) y T2 (0,5 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Ca) quienes obtuvieron promedios de 24,4 cm y 23,4 cm de altura de planta respectivamente. El tratamiento T4 (1 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Ca) superó estadísticamente a los tratamientos T1 (0,25 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Ca) y T0 (testigo) quienes obtuvieron los promedios más bajos con 22,1 cm y 21,1 cm de altura de planta respectivamente.

6.2. Del número de hojas por planta

El análisis de varianza (cuadro 6) ha detectado diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre tratamientos y los tratamientos estudiados explican muy bien ($R^2 = 99,8\%$) sus efectos sobre el número de hojas por planta. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con un valor de 0,9% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo definitivo (Calzada, 1982).

La prueba múltiple de Duncan ($P > 0,05$) para los promedios ordenados de menor a mayor (gráfico 2) también detectó diferencias significativas entre tratamientos. Se puede observar que el tratamiento T4 (1 kg.ha^{-1} de fosfonato de Ca) obtuvo el promedio más alto con 16,4 hojas por planta superando estadísticamente a los promedios de los demás tratamientos, seguido del T3 ($0,75 \text{ kg.ha}^{-1}$ de fosfonato de Ca), T2 ($0,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ de fosfonato de Ca), T1 ($0,25 \text{ kg.ha}^{-1}$ de fosfonato de Ca) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios de 14,6 hojas, 12,7 hojas, 10,5 hojas y 7,4 hojas por planta respectivamente.

Estos resultados describieron una línea de regresión lineal positiva la cual estuvo en función al incremento de las dosis de Fosfonato de Ca aplicado y definido por la ecuación: $Y = 2,21x + 5,69$ así mismo, la relación entre la variable independiente (dosis de Fosfonato de Ca) y la variable dependiente (Número de hojas por planta) se definió con un coeficiente de correlación (r) igual a 99,3% lo que ha definido un alto nivel de correlación entre ambas variables.

La fertilización foliar es el principio de aplicación de nutrientes a través del tejido foliar, principalmente a través de las hojas, que son órganos donde se concentra la mayor actividad fisiológica de la planta. Por lo que la fertilización foliar busca corregir en forma rápida deficiencias nutritivas, superar la falta de habilidad de las raíces para absorber los nutrimentos necesarios para su normal crecimiento, suministrar los nutrimentos adecuados para la producción de frutos y semillas y disminuir pérdidas en el suelo por fijación y lixiviación.

En tal sentido, dado el contenido de ingredientes activos del Fosfonato de Ca aplicado bajo la forma comercial de Saeta, con 40% de P_2O_5 y 41% de CaO, La aplicación de Fosfonato de Ca implica que el fosfito por una parte, está implicado en activar los sistemas naturales de defensa de la planta. El ión fosfito provoca cambios en la pared celular, dando como resultado que fracciones de ésta actúen a modo de elicitores externos, desencadenando todo el proceso de activación de defensas de la planta, indicado por (EDA, 2008). El mismo autor señala que el ión fosfito, ejerce un efecto directo sobre el metabolismo fúngico. Este ión compite con el fósforo en diversas rutas metabólicas catalizadas por diversas enzimas fosforilativas. De esta manera, los procesos implicados en transferencia energética del hongo, sufren un considerable retraso e incluso pueden llegar a bloquearse. El efecto general producido en el hongo, podría compararse a un estado de ausencia total de fósforo disponible en la planta para cubrir las necesidades del hongo.

Bonsaimenorca (2010) también menciona, que el ión fosfito penetra fácilmente en la planta y es sistémico por lo que facilita la distribución de los

elementos nutrientes a los que está unido químicamente como el calcio, potasio, zinc, magnesio y actúa sobre el sistema hormonal promoviendo la producción de fitoalexinas estimulando los mecanismos de autodefensa de la planta, produciendo un fortalecimiento de los tejidos.

Este hecho explica la evidencia en que al aplicar Fosfonato de Ca en dosis crecientes desde 0,25 hasta 1,0 kg.ha⁻¹ el número de hojas se incrementó desde 7,4 hojas para el T0 (testigo) hasta 16,4 hojas por planta para el T4 (1,0 0 kg.ha⁻¹).

6.3. Del diámetro del cuello de la planta

El análisis de varianza (cuadro 7) ha detectado diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre tratamientos. Por otro lado, los tratamientos estudiados explican muy bien ($R^2 = 96,7\%$) sus efectos sobre el diámetro del cuello de la planta. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con un valor de 2,65% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo definitivo (Calzada, 1982).

La prueba múltiple de Duncan ($P > 0,05$) para los promedios ordenados de menor a mayor (gráfico 3) también detectó diferencias significativas entre tratamientos. Se puede observar que los tratamientos T4 (1 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Ca) y T3 (0,75 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Ca) obtuvieron los promedios más altos y estadísticamente iguales entre sí, con 1,3 cm y 1,3 cm de diámetro del cuello de la planta respectivamente, superando estadísticamente a los promedios de los demás tratamientos, seguido del T2

(0,5 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Ca), T1 (0,25 kg.ha⁻¹ de fosfonato i de Ca) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios 1,2 cm, 1,1 cm y 1, 0 cm de diámetro del cuello de la planta respectivamente. Estos resultados también describieron una línea de regresión lineal positiva la cual estuvo en función al incremento de las dosis de Fosfonato de Ca aplicado y definido por la ecuación: $Y = 0,0732x + 0,9688$ así mismo, la relación entre la variable independiente (dosis de Fosfonato de Ca) y la variable dependiente (diámetro del cuello de la planta) definió un coeficiente de correlación (r) igual a 97,2% lo que ha definido un alto nivel de correlación entre ambas variables.

6.4. Del peso de la planta

El análisis de varianza (cuadro 8) ha detectado diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre tratamientos. Se evidencia además que los tratamientos estudiados explican muy bien ($R^2 = 99.9\%$) sus efectos sobre el peso de la planta. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con un valor de 0,64% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo definitivo (Calzada, 1982).

La prueba múltiple de Duncan ($P > 0,05$) para los promedios ordenados de menor a mayor (gráfico 4) también detectó diferencias significativas entre tratamientos. Se puede observar que el tratamiento T4 (1 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Ca) obtuvo el promedio más alto con 171,4 g de peso de la planta, superando estadísticamente a los promedios obtenidos por los tratamientos T3 (0,75 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Ca), T2 (0,5 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Ca), T1 (0,25 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Ca) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios

155,8 g, 124,7 g, 84,3 g y 68,3 g de peso de la planta respectivamente. Estos resultados también describieron una línea de regresión lineal positiva la cual estuvo en función del incremento de las dosis de Fosfonato de Ca aplicado y definido por la ecuación: $Y = 27,775x + 37,58$ así mismo, la relación entre la variable independiente (dosis de Fosfonato de Ca) y la variable dependiente (peso de la planta) definió un coeficiente de correlación (r) igual a 98,8% lo que ha definido un alto nivel de correlación entre ambas variables.

El Ca está implicado en varias funciones importantes dentro de la planta, principalmente en la estabilización y rigidez de membranas y paredes celulares (Marschner, 2002). Esto se da porque en la pared celular el calcio forma enlaces con los grupos carboxilos en cadenas de poligalacturonanos adyacentes presentes en la lámina media de las paredes celulares, esto contribuye a la adhesión y cohesión célula-célula (Marschner, 2002). A nivel de membranas, el calcio genera estabilidad al formar enlaces con los fosfolípidos y proteínas mediante los puentes fosfatos y carboxílicos, preferencialmente en la superficie de membranas (Marschner, 2002).

Los fosfitos (fosfonatos) cuyas acciones están bien documentadas como Ácido salicílico (SAR siglas en ingles), dentro de la planta, con la diferencia a ser más específica en su rango de acción, ya que solo es sobre hongos, específicamente una familia (Oomicetos) en la cual tiene un efecto preventivo y curativo (EDA, 2008). El fosfito (HPO_3) es un estimulador en la formación de las fitoalexinas. Las fitoalexinas son unos compuestos flavonoides con diferentes funciones antimicrobianas. Las fitoalexinas formadas

específicamente por los fosfitos tienen un efecto directo sobre los hongos de la familia de los Oomicetos (*Phytophthora*, *Pseudoperonospora*, *Peronospora*, *Pythium*, *Albulgo*, *Bremia*, etc.) o mildews lanosos. Ejemplo: en tomate un grupo típico de fitoalexinas son sesquiterpenoides (EDA, 2008).

El fosfito (fosfonato), al entrar en el tejido de la planta es reconocido como un metabolito del hongo invasor, específicamente de los Oomicetos, por los cuales se activa la formación de fitoalexinas para su control. Como se menciona anteriormente, las fitoalexinas formadas por el fosfito son específicos para una familia de hongos y no para todas las enfermedades de la planta (EDA, 2008). El mismo autor manifiesta que el fosfito no es utilizable como fósforo en la planta directamente, pero la planta lo metaboliza a fosfato, ya que es la forma asimilable de fósforo para la planta. Así que al usar un fosfito se causa una estimulación del SAR inicialmente y luego la planta utiliza este como nutriente. Por eso, todos los productos en el mercado (fosfonatos de potasio) los venden como fertilizantes fuentes de fósforo y potasio.

6.5. Del rendimiento

El análisis de varianza (cuadro 9) ha detectado diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre tratamientos. Se evidencia también que los tratamientos estudiados explican ($R^2 = 44,5\%$) sus efectos sobre el rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. El Coeficiente de Variabilidad (C.V.) con un valor de 0,20% se encuentra dentro del rango de aceptación para trabajos en campo definitivo (Calzada, 1982).

La prueba múltiple de Duncan ($P > 0,05$) para los promedios ordenados de menor a mayor (gráfico 5) también detectó diferencias significativas entre tratamientos. Se puede observar que el tratamiento T4 (1 kg.ha^{-1} de fosfonato de Ca) obtuvo el promedio más alto de rendimiento con $42.856,25 \text{ kg.ha}^{-1}$, superando estadísticamente a los promedios obtenidos por los tratamientos T3 ($0,75 \text{ kg.ha}^{-1}$ de fosfonato de Ca), T2 ($0,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ de fosfonato de Ca), T1 ($0,25 \text{ kg.ha}^{-1}$ de fosfonato de Ca) y T0 (testigo) quienes obtuvieron promedios $38.950,00 \text{ kg.ha}^{-1}$, $31.181,25 \text{ kg.ha}^{-1}$, $21.062,50 \text{ kg.ha}^{-1}$, $17.081,25 \text{ kg.ha}^{-1}$ respectivamente.

Estos resultados también describieron una línea de regresión lineal positiva la cual estuvo en función del incremento de las dosis de Fosfonato de Ca aplicado y definido por la ecuación: $Y = 6943,8x + 9395$ así mismo, la relación entre la variable independiente (dosis de Fosfonato de Ca) y la variable dependiente (peso de la planta) definió un coeficiente de correlación (r) igual a 98,9% lo que ha definido un alto nivel de correlación entre ambas variables.

Un suministro adicional y adecuado de calcio en plantas de lechuga es importante para prevenir el desorden fisiológico conocido como «tipburn» o «quemadura de los bordes», el cual es causado por una deficiencia localizada de calcio (Collier y Tibbitts, 1982). Beninni *et al.*, (2003), demostraron que en plantas de lechuga cv. Vera, sembradas en sistema hidropónico, la aplicación foliar de cloruro de calcio incrementó la masa fresca y seca aérea. Por su parte, con nitrato de calcio en dosis de 200 mg L^{-1} se obtuvieron resultados estadísticamente similares y, además, se aumentó el flujo de calcio,

especialmente de las hojas exteriores, aunque también se reportan aumentos de calcio en las hojas interiores de la lechuga (Creswell, 1991). Así mismo, estudios realizados por Borkowski y Szwonek (1994) mencionan que en cultivares que forman cabeza, como es el caso del cv. Batavia, la aplicación foliar de calcio no es un método recomendable.

Es importante destacar que el fosfito también llamado fosfonato es una sal de ácido fosforoso o fosfónico y no debe confundirse con los fertilizantes a base de fosfatos que provienen de ácido fosfórico. A diferencia del ácido fosfórico que contiene cuatro átomos de oxígeno (H_3PO_4) el ácido fosforoso (H_3PO_3) y los compuestos relacionados contienen solo tres átomos de oxígeno. Por lo que las plantas no pueden utilizar los fosfitos en forma directa como fuente de P tal como lo hacen los fosfatos y por eso muchos autores (Abel *et al.*, 2002; Radjen y Gerendás, 2009; Brunnigs *et al.*, 2005; Landschoot y Cook, 2005; Thao *et al.*, 2009a; Thao *et al.*, 2009b) declaran que los fosfitos no deberían ser utilizados o difundidos como fertilizantes. Sin embargo, investigaciones realizadas por Lovatt (1990) y Mikkelsen (2006) quienes informaron que las aplicaciones foliares de fosfitos en cítricos y palta pueden reemplazar a los fosfatos cuando existe déficit de P. Por otro lado Richard (2000), indica también que los fosfitos generan consistentes aumentos de rendimiento y calidad en varios cultivos, generándose la discusión.

Siendo de nuestra opinión que los efectos se deban más al control o supresión de enfermedades que a su efecto como fertilizante, por lo que el efecto deletéreo puede ser evidente en plantas con bajos niveles de fosfato

pero no en plantas con niveles suficientes de fosfatos.

6.6. Del análisis económico

El análisis económico de los tratamientos estudiados (cuadro 10), presenta los costos de producción y rendimiento por unidad de área y se pone en valor los resultados, considerándose el precio actual al por mayor en el mercado local calculado en S/ 0,6 nuevos para hojas de lechuga pequeñas y de S/. 0,8 nuevos soles para hojas más grandes por kg de peso de hoja de lechuga.

Se puede apreciar que todos los tratamientos que recibieron aplicaciones del Fosfonato de Ca obtuvieron índices B/C superiores al obtenido por el Tratamiento T0 (Testigo). En general todos los tratamientos obtuvieron ingresos netos superiores a los egresos netos. Por otro lado, se evidencia el efecto de la aplicación de dosis crecientes de Fosfonato de Ca y bajo las condiciones agroclimáticas donde se realizó el trabajo de investigación sobre el rendimiento y rentabilidad del cultivo de lechuga de la variedad Great Lakes 659. En resumen el tratamiento T4 (1,0 kg.ha⁻¹) de fosfonato de calcio obtuvo el mayor valor de B/C con 2,63 indicando que por un S/. 1,00 invertido se obtiene S/. 1,63 nuevos soles de ganancia y un beneficio neto por ha de S/. 21 265,54 nuevos soles, seguido de los tratamientos T3 (0,75 kg.ha⁻¹), T2 (0,5 kg.ha⁻¹), T1 (0,25 kg.ha⁻¹) quienes obtuvieron valores de B/C de 2,40; 1,92; 1,30 indicando que por un S/. 1,00 invertido se obtuvieron S/. 1,40; S/. 0,92 y S/. 0,30 de ganancia y beneficios netos de S/. 18 158,41; S/. 11 961,29; S/. 3 855,36 nuevos soles respectivamente. T0 (Testigo) obtuvo un B/C de 0,79

indicando que por un S/. 1,00 invertido se pierde S/. 0,21 y un beneficio neto de S/. 2 699,9 nuevos soles respectivamente.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1.** El tratamiento T4 (1 kg.ha^{-1} de fosfonato de Ca) obtuvo los promedios más altos de rendimiento, peso de la planta y número de hojas por planta con $42.856,25 \text{ kg.ha}^{-1}$, $171,4 \text{ g}$ y $16,4$ hojas por planta respectivamente. Siendo que el Tratamiento T0 (testigo) obtuvo los promedios más bajos con $17.081,25 \text{ kg.ha}^{-1}$, $68,3 \text{ g}$ de peso de la planta y $7,4$ hojas por planta respectivamente.
- 7.2.** La evaluación del efecto de la aplicación de las dosis crecientes de Fosfonato de Ca (variable independiente) sobre número de hojas por planta, diámetro del cuello de la planta, peso de la planta y rendimiento describieron líneas de regresión lineal positiva y coeficientes de correlación entre $97,2$ y $99,3 \%$.
- 7.3.** Los tratamientos que recibieron aplicaciones del Fosfonato de Ca obtuvieron índices B/C superiores al obtenido por el Tratamiento T0 (Testigo). Siendo que el tratamiento T4 ($1,0 \text{ kg.ha}^{-1}$) obtuvo el mayor valor de B/C con $2,63$ y un beneficio neto por ha de S/. $21\ 265,54$ nuevos soles, seguido de los tratamientos T3 ($0,75 \text{ kg.ha}^{-1}$), T2 ($0,5 \text{ kg.ha}^{-1}$), T1 ($0,25 \text{ kg.ha}^{-1}$) y T0 (Testigo) quienes obtuvieron valores de B/C de $2,40$; $1,92$; $1,30$ y $0,79$ y beneficios netos de S/. $18\ 158,41$; S/. $11\ 961,29$; S/. $3\ 855,36$ y S/. $2\ 669,96$ nuevos soles respectivamente.

VIII. RECOMENDACIONES

Dado el análisis de los resultados y para el cultivo de lechuga variedad Great Lakes 659 y bajos las condiciones edafoclimáticas de la zona en estudio, se recomienda:

- 8.1. La aplicación foliar de $1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de fosfonato de Ca en el cultivo de lechuga variedad Great Lakes 659, porque asegura mayores rendimientos por unidad de área.**
- 8.2. Considerar y evaluar en otras investigaciones la aplicación fosfonato de Ca de una manera preventiva para el control de enfermedades.**
- 8.3. Considerar un análisis foliar para determinar la cantidad de nutrientes extraídos por el cultivo de lechuga en el desarrollo de la investigación.**

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Angulo, M. C. M. (2008). Producción de Lechuga.
2. Aranceta, J. y Pérez, C. (2006). Frutas, verduras y salud.
3. Beninni, E.R. y H. Takahashi. y C.S. J. Neves. (2003). Manejo do calcio em alface de cultivo hidropônico. Hort. Bras. 21(4), 605 – 610.
4. Biblioteca de la Agricultura. (2000). "Horticultura". Edit. Lexus. Barcelona-España.
5. BIONOVO GROUP – PERU (2012). Best-K (fosfonato de potasio) España.
6. Borkowski, E.R. y Takahashi. (2003). The effect of temperature on chinese cabbage tipburn and its control by calcium nitrate or citric acid. Acta Hort. 371, 363 – 369.
7. Brunnigs, A. M.; Daftnoff, L. E. y Simmone, E. H. (2005). Phosphorus Acid and Phosphoric Acid: When all P Sources are not equal. Horticultural Sciences Department. Florida, Cooperative Extension Service. Institute of food and Agricultural Science, University of Florida. Available at: <http://edis.ifas.ufl.edu/hs254>.
8. Calzada, B. (1982). Métodos Estadísticos para la investigación. Editorial Milagros S.A. Lima – Perú. 644 Págs.
9. Collier, G. y T. W. Tibbitts. (1982). Tipburn of lettuce. Hort. Rev. 4, 49 – 45.
10. Creswell, G.C. (1991). Effect of lowering nutrient solution concentration at night on leaf calcium levels and the incidence of tipburn in lettuce (var. Gloria). J. Plant Nutr. 14(9), 913 – 924.
11. Dirección de Agricultura. (2002). "Cultivo de la Lechuga (*Lactuca sativa*)". Ministerio de Asuntos campesinos y Agropecuarios "MACA" – Colombia.

12. EDA. (2008). El uso del ácido salicílico y fosfonatos (fosfitos), para activación del sistema de resistencia adquirida de la planta. Boletín técnico de producción. El EDA (Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores). EDA. Oficina de FHIA, La Lima, Cortes, Honduras. www.hondurasag.org. www.fintrac.com. 3 p.
13. Holdridge, H. I. (1970). Clave Ecológica del Perú. Zonas de vida. Centro Tropical de Investigación y Enseñanza. Lima. Perú. 367 – 368 Págs.
14. Infoagro. (2000). "Cultivo de la Lechuga"
15. Infoagro. (2009). Agricultura. El cultivo de la lechuga. <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga/htm>.
16. Landschoot, P. y Cook, J. (2005). Sorting out the phosphonate products. Science for the Golf course, November 2005: 73 -77.
17. Lovatt, C.J. (1990). A definitive test to determine whether phosphate fertilization can replace phosphite fertilization to supply P in the metabolism of Hass on Duke 7. California Avocado Society Yearbook: 64:71 – 64.
18. Lovatt, C.J. y Mikkelsen, R. L. (2006). Phosphite fertilizer: What are they? Can you use them? What can they do?. Better Crops With plant food. 90 (4) 11:13.
19. Marschner, H. (2002). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, Londres. pp. 7-73, 285-299.
20. Radjen, A.M. y Gerendás, J. (2009). A critical assessment of the suitability of phosphite as a source of phosphorus. J. plant nutr, Soil Sci. 172, 821-828.
21. Richard, D. A. (2000). Review of phosphorus acid and its salts as fertilizer materials. J. Plant Nutr. 23:161 – 180.

22. ROGG, H. (2001). Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. Memorias Curso Internacional de Producción de Hortalizas. Quito, Ecuador.
23. Solórzano, H. A. (1992). "Producción de hortalizas de hoja en Tarapoto". Separata de Olericultura. DAAP- UNSM-T – PERÚ.
24. Thao, H.T.B. y Yamakahua, T. (2009). Phosphite (phosphorous acid): fungicide. Fertilizer or bio-estimulator. Soil Science and Plant Nutritión V 55 (2): 228 – 234
25. Thao, H.T.B.; Yamakahua, T. y Sibata, K. (2009). Effect of Phosphite – Phosphate interaction on growth and quality of hydroponic lettuce (*Lactuca sativa*) J. Plant Nutr. Soil Sci. 172: 378 – 384.
26. UNSM – T. (2013). Fuente: Laboratorio de suelos.
27. Vinueza, G. y Calvache. (2004); Efecto de la aplicación foliar complementaria de dos fosfonatos en la nutrición mineral en el cultivo de papa, Universidad Central del Ecuador.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado "RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) VARIEDAD GREAT LAKES 659 CON LA APLICACIÓN DE FOSFONATO DE CALCIO – PROVINCIA DE LAMAS, tuvo como objetivos Evaluar el efecto de fosfonato de calcio, en el desarrollo vegetativo del cultivo y realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio, para lo cual se evaluaron 4 tratamientos: T₀ (sin aplicación), T₁ (0,25 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Calcio), T₂ (0,50 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Calcio) y T₃ (0,75 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Calcio) T₄ (1.0 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Calcio). Los parámetros evaluados fueron: Diámetro de cuello, longitud de planta, número de hojas, peso de planta, rendimiento en la producción en t.ha⁻¹, análisis económico de todos los tratamientos estudiados.

Los resultados obtenidos indica que el tratamiento T4 (1 kg.ha⁻¹ de fosfonato de Ca) fue el más determinante con un rendimiento de 42 856,25 kg/ha⁻¹ , con un valor de B/C de 2,63 y un beneficio neto por ha de S/. 21 265,54 nuevos soles respectivamente.

SUMMARY

This research titled "CROP YIELD OF LETTUCE (*Lactuca sativa*) GREAT LAKES 659 VARIETY TO THE IMPLEMENTATION OF calcium phosphonate - PROVINCE OF LAMAS, aimed to evaluate the effect of calcium phosphonate in vegetative crop development. As well as making the economic analysis of the treatments under study and evaluate four treatments: T0 (no application), T1 (0.25 kg ha⁻¹ of calcium phosphonate), T2 (0.50 kg ha⁻¹ of phosphonate calcium) and T3 (0.75 kg ha⁻¹ of calcium phosphonate) T4 (1.0 kg ha⁻¹ of calcium phosphonate). The parameters evaluated were root collar diameter, plant length, number of leaves, plant weight, production yield in t.ha⁻¹ and economic analysis of all treatments studied.

The results indicates that treatment T4 (calcium phosphonate kg.ha⁻¹) was the most critical with a performance of 42 856,25 kg/ha⁻¹, with a value of B/C of 2.63 and net profit by has S/. 21 265,54 new soles respectively.

ANEXOS

ANEXO 1: COSTO DE PRODUCCION DE 1 Ha T0

T ₀ (Testigo)				
Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				2 700.00
Limpieza de campo	Jornal	30	30	900.00
Removido del suelo	Jornal	30	30	900.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				4 400.00
Siembra	Jornal	30	25	750.00
Deshierbo	Jornal	30	30	900.00
Riego	Jornal	30	15	450.00
Aporque	Jornal	30	30	900.00
Aplicación de Abono Foliar	Jornal	30	10	300.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	30	900.00
Estibadores	Jornal	30	10	300.00
c. Insumos				70.00
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Fosfonato de Ca	Litro	65	0	0.00
d. Materiales				1125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	12.43	248.60
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				8 543.60
Gastos Administrativos (10%)				854.36
Beneficios sociales (50%)				3 550.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				4 404.36
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				12 947.96

ANEXO 2: COSTO DE PRODUCCION DE 1 Ha T1

T ₁ (0.25 l.ha ⁻¹)				
Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				2 700.00
Limpieza de campo	Jornal	30	30	900.00
Removido del suelo	Jornal	30	30	900.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				4 400.00
Siembra	Jornal	30	25	750.00
Deshierbo	Jornal	30	30	900.00
Riego	Jornal	30	15	450.00
Aporque	Jornal	30	30	900.00
Aplicación de Abono Foliar	Jornal	30	10	300.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	30	900.00
Estibadores	Jornal	30	10	300.00
c. Insumos				86.25
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Fosfonato de Ca	Litro	65	0.25	16.25
d. Materiales				1125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	12.43	248.60
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				8 559.85
Gastos Administrativos (10%)				855.99
Beneficios sociales (50%)				3 550.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				4 405.99
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				12 965.84

ANEXO 3: COSTO DE PRODUCCION DE 1 Ha T2

T ₂ (0.50 l.ha ⁻¹)				
Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				2 700.00
Limpieza de campo	Jornal	30	30	900.00
Removido del suelo	Jornal	30	30	900.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				4 400.00
Siembra	Jornal	30	25	750.00
Deshierbo	Jornal	30	30	900.00
Riego	Jornal	30	15	450.00
Aporque	Jornal	30	30	900.00
Aplicación de Abono Foliar	Jornal	30	10	300.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	30	900.00
Estibadores	Jornal	30	10	300.00
c. Insumos				102.5
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Fosfonato de Ca	Litro	65	0.50	32.50
d. Materiales				1125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	12.43	248.60
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				8 576.10
Gastos Administrativos (10%)				857.61
Beneficios sociales (50%)				3 550.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				4 407.61
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				12 983.71

ANEXO 4: COSTO DE PRODUCCION DE 1 Ha T3

T ₃ (0.75 l.ha ⁻¹)				
Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				2 700.00
Limpieza de campo	Jornal	30	30	900.00
Removido del suelo	Jornal	30	30	900.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				4 400.00
Siembra	Jornal	30	25	750.00
Deshierbo	Jornal	30	30	900.00
Riego	Jornal	30	15	450.00
Aporque	Jornal	30	30	900.00
Aplicación de Abono Foliar	Jornal	30	10	300.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	30	900.00
Estibadores	Jornal	30	10	300.00
c. Insumos				118.75
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Fosfonato de Ca	Litro	65	0.75	48.75
d. Materiales				1125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	12.43	248.60
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				8 592.35
Gastos Administrativos (10%)				859.24
Beneficios sociales (50%)				3 550.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				4 409.24
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				13 001.59

ANEXO 5: COSTO DE PRODUCCION DE 1 Ha T4

T ₄ (1.00 l.ha ⁻¹)				
Especificaciones	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Preparación del terreno				2 700.00
Limpieza de campo	Jornal	30	30	900.00
Removido del suelo	Jornal	30	30	900.00
Mullido de suelo y nivelado	Jornal	30	30	900.00
b. Mano de Obra				4 400.00
Siembra	Jornal	30	25	750.00
Deshierbo	Jornal	30	30	900.00
Riego	Jornal	30	15	450.00
Aporque	Jornal	30	30	900.00
Aplicación de Abono Foliar	Jornal	30	10	300.00
Cosecha, Pesado y embalado	Jornal	30	30	900.00
Estibadores	Jornal	30	10	300.00
c. Insumos				135.00
Semilla	Kg.	140	0.5	70.00
Fosfonato de Ca	Litro	65	1.0	65
d. Materiales				1125.00
Palana de corte	Unidad	20	4.00	80.00
Machete	Unidad	10	4.00	40.00
Rastrillo	Unidad	15	4.00	60.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120	1.00	120.00
Cordel	M ³	0.3	200	60.00
Sacos	Unidad	1	500	500.00
Lampa	Unidad	20	4.00	80.00
Bomba Mochila	Unidad	150	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35.00
e. Transporte	t	20	12.43	248.60
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				8 608.60
Gastos Administrativos (10%)				860.86
Beneficios sociales (50%)				3 550.00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				4 410.86
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				13 019.46

ANEXO 6: ANALISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

Trats	Rdto (kg.ha ⁻¹)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x kg (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C
T0 (Testigo)	17 081,25	12 947.96	0,60	10 248,00	2 699,96	0,79
T1 (0,25 kg.ha⁻¹)	21 026,50	12 965.84	0,80	16 821,20	3 855,36	1.30
T2 (0,5 kg.ha⁻¹)	31 181,25	12 983.71	0,80	24 945,00	11 961,29	1.92
T3 (0,75 kg.ha⁻¹)	38 950,00	13 001.59	0,80	31 160,00	18 158,41	2.40
T4 (1 kg.ha⁻¹)	42 856,25	13 019.46	0,80	34 285,00	21 265,54	2.63